

PENGARUH PROSES FERMENTASI TERHADAP SIFAT ANTINUTRISI BIJI SAGA (*ADENANTHERA PAVONINA* LINN)

Lenny Sutedja

Puslitbang Kimia Terapan - LIPI, Bandung

INTISARI

Penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah tahap-tahap dalam proses fermentasi biji saga (*Adenanthera pavonina* LINN) dapat mengurangi atau menghilangkan sifat antinutrisi biji saga.

Proses fermentasi yang dilakukan terhadap biji saga ialah proses penempaan dengan inokulum kapang *Rhizopus oligosporus* L36 dan *Aspergillus oryzae* M8, yang meliputi tahap-tahap perebusan, perendaman, pengulitan, pengukusan, inokulasi dan inkubasi selama 24 sampai 72 jam pada 30°C.

Hasil uji antinutrisi dengan protozoa *Tetrahymena pyriformis* GL menyatakan bahwa tahap perlakuan perebusan-perendaman menunjukkan pengurangan sifat antinutrisi biji saga. Sedangkan tahap pengukusan biji saga akan menaikkan sifat antinutrisi seperti ditunjukkan oleh hambatan pertumbuhan protozoa yang tidak berbeda nyata dengan hambatan yang ditunjukkan oleh biji saga sebelum diolah. Tahap fermentasi biji saga baik dengan *A.oryzae* maupun dengan *R.oligosporus* (tempe saga) pada kadar $10^3 - 10^4$ ppm dalam medium yang digunakan menunjukkan kenaikan sifat antinutrisi biji saga, yaitu tidak mengurangi hambatan pertumbuhan protozoa, bahkan memberi hambatan pertumbuhan sekitar 30 - 100%.

ABSTRACT

Research has been conducted to know whether the steps in the fermentation of saga bean (*Adenanthera pavonina* LINN) could decrease or eliminate the antinutritive property of saga bean. The saga bean was fermented with *Rhizopus oligosporus* L36 and *Aspergillus oryzae* M8 respectively, and the fermentation steps included cooking, soaking, dehulling, steaming, inoculation and incubation for 24 until 72 hours at 30°C.

Antinutritive assay using protozoa *Tetrahymena pyriformis* GL showed that cooking followed by soaking had decreased the antinutritive property of saga bean. Then the steaming process had increased the antinutritive property of saga bean. Similar growth inhibition of protozoa was observed in medium containing steamed saga bean compared to that in medium containing fresh saga bean.

Tempe saga, either fermented with *R.oligosporus* or *A.oryzae*, showed about 30-100% growth inhibition of *T.pyriformis* GL, at a concentration of $10^3 - 10^4$ ppm.

PENDAHULUAN

Masalah kekurangan protein merupakan suatu masalah yang sedang dialami banyak negara berkembang, termasuk Indonesia. Dengan bertambahnya penduduk, kebutuhan akan protein makin bertambah. Persediaan protein hewani sudah tidak memadai dengan kebutuhan, sehingga kebutuhan akan sumber protein nabati makin meningkat. Oleh karena itu diperlukan intensifikasi dan

diversifikasi sumber protein nabati dalam memenuhi kebutuhan akan protein.

Sumber protein nabati diperoleh terutama dari famili kacang-kacangan (*Leguminosae*) yang mengandung protein cukup tinggi (20-50%)⁽¹⁾. Diantara kacang-kacangan yang banyak dikonsumsi di Indonesia antara lain ialah kacang tanah, kacang kedele, kacang merah, kacang kecipir, kacang hijau.

Dalam rangka pencarian sumber protein nabati yang baru, biji saga (*Adenanthera pavonina* LINN) yang komposisi kimianya seperti kacang kedele, perlu diteliti kemungkinan penggunaannya sebagai sumber protein. Saga termasuk famili *Leguminosae*, banyak ditanam di pulau Jawa, terutama Jawa Tengah. Pohon saga dapat menghasilkan biji sampai 150 kg/pohon/ tahun⁽²⁾. Biji saga setelah dipanggang dan dikuliti, mempunyai rasa seperti kedele dan juga dipakai sebagai teman nasi oleh penduduk di Jawa Tengah.

Penelitian pendahuluan terhadap evaluasi biologis biji saga menunjukkan adanya senyawa toksik dalam biji saga ini. Evaluasi biologis dengan tikus putih menunjukkan bahwa biji saga, biji saga kukus maupun biji saga yang dicampur dengan makanan lain, masing-masing menyebabkan hambatan pada pertumbuhan tikus. Sifat antinutrisi biji saga ini tidak dapat dihilangkan dengan pengukusan atau pemasakan selama 1 1/2 jam⁽³⁾. Sebelum biji saga dapat dipergunakan sebagai sumber protein nabati, masalah toksisitasnya perlu diteliti terlebih dahulu. Cara-cara pengolahan sederhana perlu dicari untuk menghilangkan sifat antinutrisi biji saga.

Seperti diketahui biji-bijian dari famili kacang-kacangan pada umumnya mengandung beberapa senyawa yang bersifat toksik, antara lain: "trypsin inhibitor, hemagglutinin, dan cycads"⁽¹⁾. Hasil analisis pengaruh ekstrak saga terhadap daya hidrolisa enzim tripsin dan kimotripsin menunjukkan bahwa biji saga mengandung zat antitripsin dan antikhimotripsin yang jauh lebih banyak daripada biji kedele⁽⁴⁾. Telah dianalisis juga adanya saponin dalam biji saga⁽⁴⁾. Senyawa-senyawa tersebut biasanya dapat dihilangkan pengaruh toksisitasnya dengan pengolahan sederhana seperti perendaman dan atau pemanasan, sehingga dapat dikonsumsi sebagai sumber protein nabati. Fermentasi dengan kapang diduga dapat juga mengurangi atau menghilangkan efek toksik semacam itu. Ko Swan Djien⁽⁵⁾ melaporkan bahwa kapang tempe (*Rhizopus oligosporus*) dan kapang oncom (*Neurospora sp.*) dapat mencegah akumulasi aflatoksin. *Aspergillus parasiticus* juga dapat mengurangi aflatok-

sin, sebagaimana dilaporkan oleh Shih dan Marth ⁽⁶⁾.

Sehubungan dengan ini, tahap-tahap dalam proses fermentasi biji saga menjadi tempe saga telah diteliti kemungkinannya dalam menghilangkan sifat antinutrisi biji saga.

Untuk menganalisa sifat antinutrisi biji saga, selain tikus dapat juga dipergunakan protozoa *Tetrahymena pyriformis* GL. *Tetrahymena pyriformis* termasuk dalam phylum protozoa, berbentuk lonjong dengan ukuran sekitar 50 x 30 mikron. *T.pyriformis* ini merupakan sel eukaryot, mempunyai "subcellular organel" yang sama seperti pada sel mamalia. Bahan makanan yang dibutuhkan protozoa, demikian juga dengan metabolismenya dalam tubuh protozoa menyerupai mamalia ⁽⁷⁾.

Berdasarkan sifat-sifat tersebut diatas, protozoa ini telah dipergunakan dalam evaluasi biologis "rubratoksin" A dan B. Evaluasi dengan mempergunakan protozoa ini dapat dilakukan secara kuantitatif dengan kedapatulangan yang baik, dan dalam waktu yang singkat ⁽⁸⁾. *T.pyriformis* juga telah dipergunakan untuk menentukan efek toksik dari α -tomatin ⁽⁹⁾.

Dalam penelitian ini *T.pyriformis* GL telah dipergunakan untuk mengetahui sifat antinutrisi biji saga. Hasil penelitian dilaporkan dalam makalah ini.

BAHAN DAN METODA

Biji saga

Biji saga diperoleh dari Pati, Jawa Tengah.

Inokulum tempe

Inokulum yang dipergunakan untuk penempean biji saga berbentuk tepung, dibuat dari nasi yang diinokulasi oleh *R.oligosporus* L36 (inokulum tempe) dan oleh *A. oryzae* M8 (inokulum kecap) ⁽¹⁰⁾.

Protozoa

Protozoa yang dipergunakan ialah *Tetrahymena pyriformis* GL, diperoleh dari Dr.J.Gebicki, Macquarie University, Australia.

Bahan kimia

Bahan-bahan kimia dengan mutu pro analisis dari E.Merck dan bahan medium dari Difco, telah digunakan dalam penelitian ini.

Proses pembuatan tempe saga

Biji saga yang berkulit tebal berwarna merah, yang telah dididihkan dalam air selama 1 jam, direndam selama satu malam, lalu dikuliti. Kernel saga yang diperoleh, dicuci, dikukus selama 1 jam. Setelah didinginkan, diinokulasi sebanyak 0,25% (b/b) dengan inokulum *R.oligosporus*. Setelah diinkubasi selama 24 jam pada 30°C diperoleh tempe saga. Jika dalam penempean dipergunakan inokulum *A.oryzae*, pengukusan kernel saga dilakukan selama 2 jam. Kemudian diinokulasi selama 72 jam pada 30°C.

Analisis biologis dengan *T.pyriformis* GL

Protozoa *T.pyriformis* GL dipelihara dalam medium yang terdiri atas 2% proteose pepton, 0,1% NaCl dan 0,5% glukosa, dengan pH 7,2; pada suhu 29-30°C.

Untuk menganalisis pengaruh tahap-tahap proses penempean terhadap pertumbuhan protozoa, maka kernel biji saga, saga rebus-rendam, saga kukus, dan tempe saga, masing-masing ditambahkan ke dalam 75 ml medium protozoa, dalam variasi konsentrasi 10-10⁴ ppm. Sebelumnya contoh-contoh saga tersebut dikeringkan pada 50°C selama 24 jam, kemudian dihaluskan sampai lolos 80 mesh. Sterilisasi dilakukan dalam autoklaf, pada suhu 120°C, tekanan 1 kg/cm² selama 15 menit. *T.pyriformis* GL yang berumur 66 jam (57,2 x 10⁴ sel per ml) sebanyak 3 ml diinokulasikan pada medium protozoa, kemudian perbenihan diinkubasi pada 30°C selama 96 jam. Pengamatan dilakukan sehari 2 kali, terhadap jumlah sel mati ("nonmotile cells") dan sel total (setelah dinonaktifkan dengan penambahan larutan Hayem) dengan mempergunakan alat hematisometer.

Persentase hambatan pertumbuhan dihitung dari rumus $(K-S/K) \times 100 \%$, dimana K = jumlah sel hidup protozoa dalam medium tanpa biji saga (kontrol) dan S = jumlah sel hidup protozoa dalam medium yang mengandung biji saga

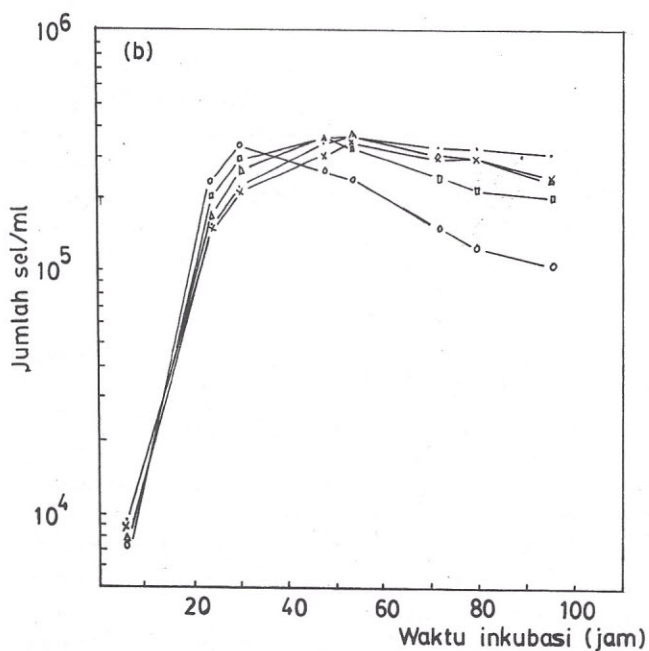
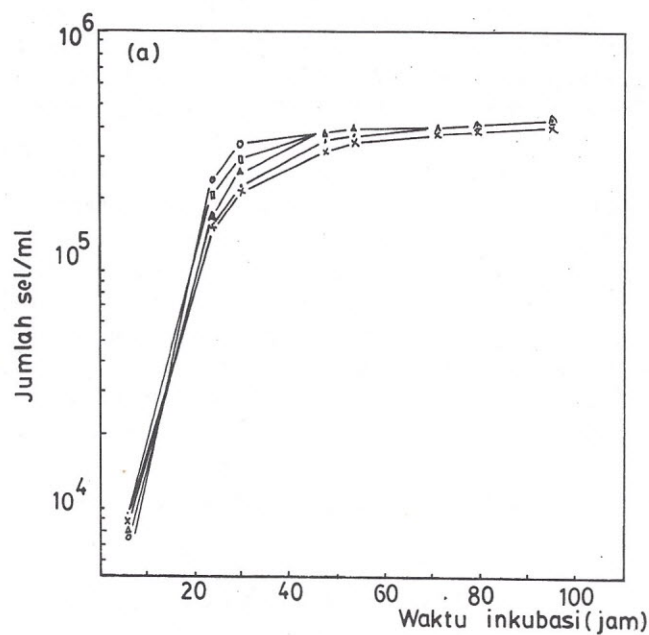
HASIL DAN DISKUSI

Proses pembuatan tempe dari biji saga

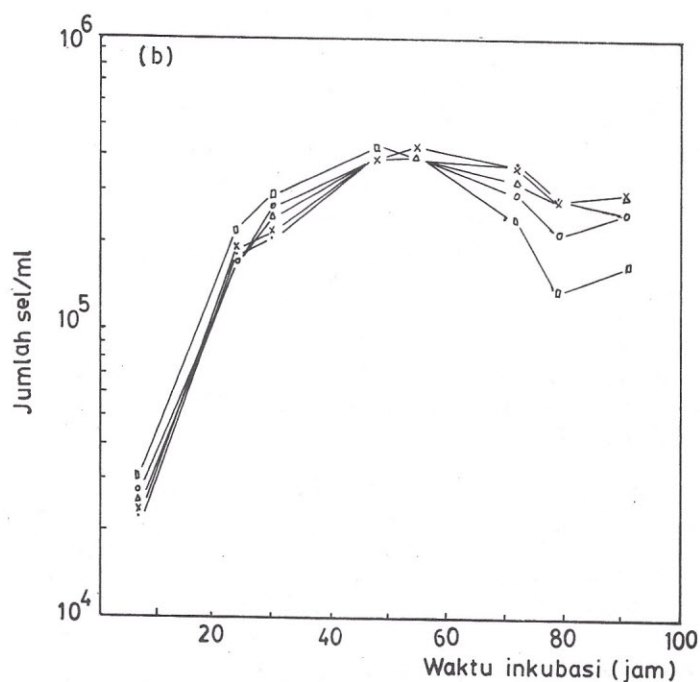
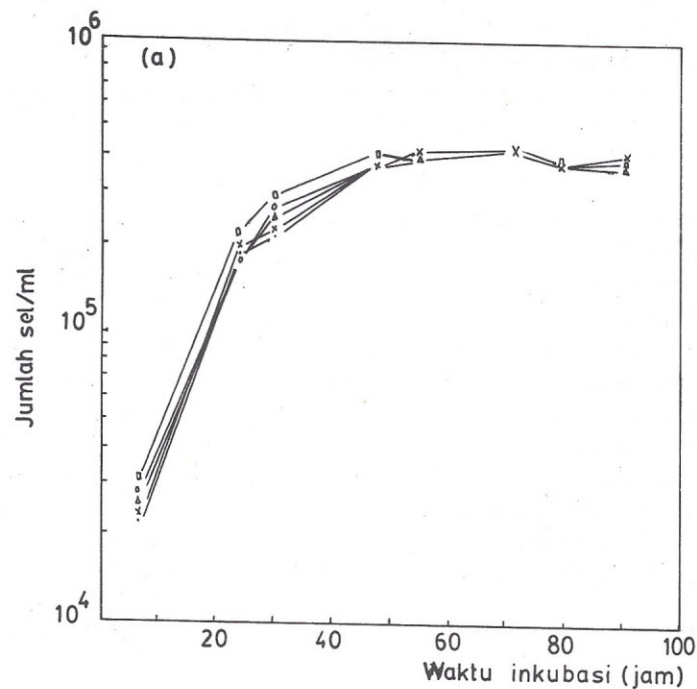
Mengingat kulit biji saga sangat tebal dan keras, maka perendaman saja tidak cukup untuk melunakkan kulit dan sukar untuk mengulitinya. Karena itu biji saga perlu dididihkan dalam air selama 1 jam sebelum perendaman, sehingga pengulitan lebih mudah dilakukan. Tempe saga hasil fermentasi dengan inokulum *R.oligosporus* memberikan bentuk tempe yang bagus, dimana pertumbuhan kapang sangat baik, menyerupai tempe kedele. Akan tetapi penempean dengan inokulum *A.oryzae*, menunjukkan pertumbuhan kapang yang kurang subur. Kondisi optimum masih perlu diteliti agar diperoleh tempe *A.oryzae* yang baik. *A.oryzae* umumnya dipergunakan dalam pembuatan kecap secara fermentasi.

Pengaruh biji saga, saga rebus-rendam, saga kukus terhadap pertumbuhan *T.pyriformis* GL

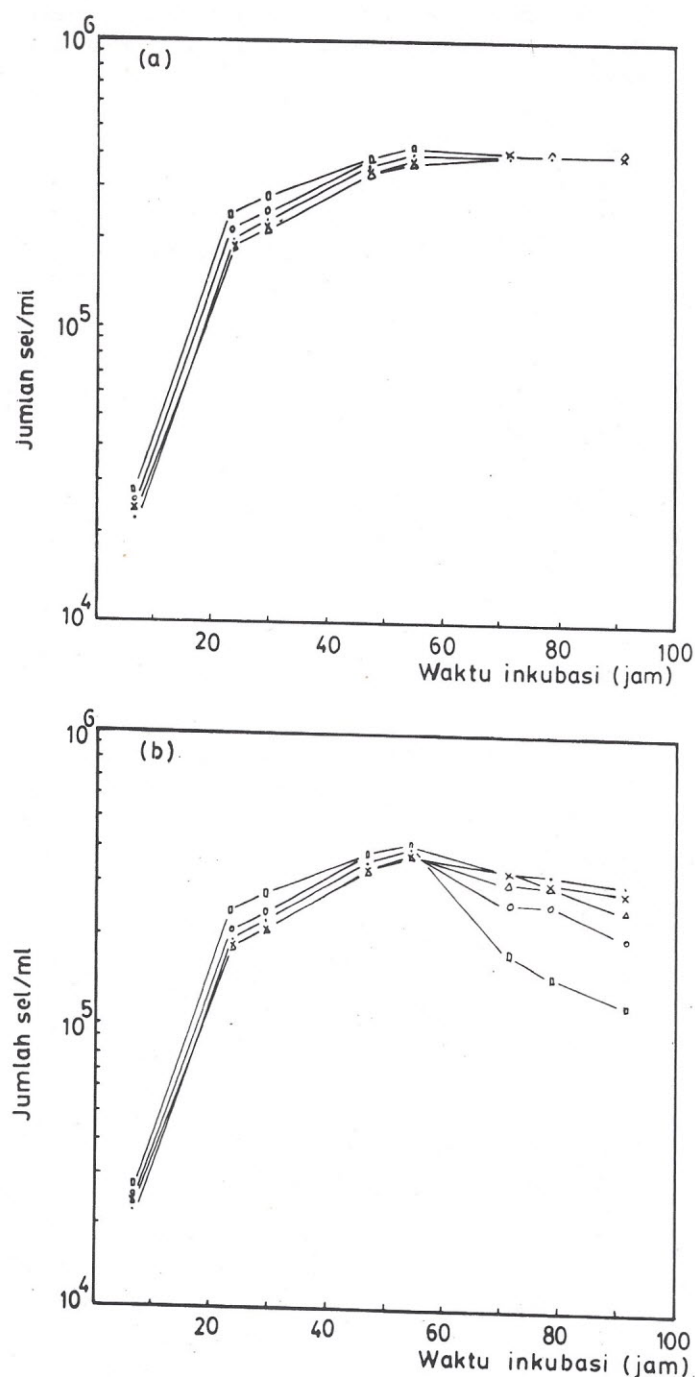
Hasil pengamatan pengaruh biji saga, saga rebus-rendam dan saga kukus terhadap pertumbuhan *T.pyriformis* GL masing-masing disajikan pada Gambar 1, 2 dan 3. Dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa penambahan bubuk saga, saga rebus-rendam atau saga kukus ke dalam medium protozoa tidak mempengaruhi jumlah sel total protozoa selama 96 jam pertumbuhan, akan tetapi mempengaruhi jumlah sel hidup protozoa. Sampai dengan 30 jam inkubasi, jumlah sel protozoa cenderung bertambah dengan bertambahnya konsentrasi bubuk saga di dalam medium. Kalau dilihat dari kurva pertumbuhan protozoa dalam media tanpa biji saga (Gambar 1), fasa stasioner mulai berlangsung sekitar 48 jam. Adanya bubuk saga di dalam medium tampaknya tidak mempengaruhi fasa logaritma pertumbuhan protozoa, akan tetapi pengaruhnya baru terlihat pada fasa stasioner. Hal ini jelas terlihat bila dibandingkan terhadap pertumbuhan protozoa dalam medium tanpa biji saga (Gambar 1, 2, 3, sel hidup). Ada kemungkinan senyawa antinutrisi dalam biji saga tidak langsung terlarutkan kedalam medium, sehingga pengaruhnya baru terlihat pada fasa stasioner. Disamping itu kadar senyawa yang bersifat antinutrisi didalam biji saga terlalu kecil untuk memberi pengaruh hambatan berarti pada sel protozoa di fasa pertumbuhan aktifnya



Gambar 1. Kurva pertumbuhan *T.pyriformis* GL pada medium pertumbuhan yang mengandung biji saga.
(a) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel total di dalam medium;
(b) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel hidup di dalam medium.
• , tanpa biji saga; × , dengan biji saga 10 ppm, △ , dengan biji saga 10² ppm; ○ , dengan biji saga 10³ ppm; □ , dengan biji saga 10⁴ ppm.



Gambar 2. Kurva pertumbuhan *T.pyriformis* GL pada medium pertumbuhan yang mengandung saga rebus-rendam.
(a) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel total di dalam medium;
(b) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel hidup di dalam medium.
• , tanpa saga rebus-rendam; × , dengan saga rebus rendam 10 ppm; △ , dengan saga rebus-rendam 10² ppm; ○ , dengan saga rebus-rendam 10³ ppm; □ , dengan saga rebus-rendam 10⁴ ppm.



Gambar 3. Kurva pertumbuhan *T.pyriformis* GL pada medium pertumbuhan yang mengandung saga kukus.
(a) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel total di dalam medium;
(b) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel hidup di dalam medium.
• , tanpa saga kukus; × , dengan saga kukus 10 ppm
△ , dengan saga kukus 10² ppm; ○ , dengan saga kukus 10³ ppm; □ , dengan saga kukus 10⁴ ppm.

(fasa logaritma), sehingga baru terlihat pada fasa stasioner. Salah satu fraksi dari biji saga ini, yang diperoleh dari ekstraksi saga bebas lemak dengan etanol, menghambat pertumbuhan protozoa pada fasa logaritma ⁽¹¹⁾.

Pada Gambar 1 terlihat bahwa setelah 55 jam inkubasi, jumlah sel hidup protozoa makin berkurang dengan makin tinggi konsentrasi bubuk saga dalam medium. Pada 96 jam waktu inkubasi, 10-10⁴ ppm biji saga menyebabkan inhibisi pertumbuhan protozoa sebanyak 18,2 - 66,1% (Tabel 1), sedangkan saga rebus rendam dan saga kukus dalam konsentrasi yang sama, masing-masing menyebabkan inhibisi 0 - 33,17% dan 7,09 - 61,02% (Tabel 2 & 3).

Tabel 1. Persentase hambatan pertumbuhan *T.pyriformis* oleh biji saga

waktu inkubasi (jam)	kadar biji saga (ppm)			
	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
7-30	-	-	-	-
48-55	9,11	-	12,65	35,11
72	12,15	9,49	24,39	55,37
79	13,18	13,18	31,81	62,34
96	18,47	20,09	30,38	66,09

Tabel 2. Persentase hambatan pertumbuhan *T.pyriformis* oleh saga rebus-rendam

waktu inkubasi (jam)	kadar saga rebus-rendam (ppm)			
	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
7-55	-	-	-	-
72	2,40	13,52	22,47	36,57
79	5,32	4,97	26,15	52,66
96	-	-	4,90	33,17

Tabel 3. Persentase hambatan pertumbuhan *T.pyriformis* oleh saga kukus

waktu inkubasi (jam)	kadar biji saga (ppm)			
	10	10 ²	10 ³	10 ⁴
7-48	-	-	-	-
55	2,31	2,59	1,52	-
72	1,71	8,20	23,36	47,12
79	1,38	10,48	21,21	53,09
96	7,09	17,84	35,29	61,02

Setelah proses pemasakan dan perendaman, inhibisi pertumbuhan protozoa berkurang dibandingkan pengaruh biji saga sebelum direbus. Hal ini mungkin disebabkan oleh adanya pelarutan senyawa antinutrisi dari dalam biji saga ke dalam air rendaman. Seperti telah dilaporkan oleh Muchtadi ⁽⁴⁾, perebusan biji saga yang masih berkulit dalam air mendidih selama 1 jam,

dapat mengurangi kadar antitripsin, antihimotripsin dan saponin.

Akan tetapi setelah proses pengukusan inhibisi bertambah pula, hampir sama dengan inhibisi saga semula. Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan kadar saponin akibat pemanasan dengan uap, seperti yang telah dilaporkan Muchtadi (4). Pengaruh panas pada waktu pengukusan dapat merubah struktur senyawa-senyawa dalam biji saga yang mengakibatkan perubahan sifat senyawa-senyawa tersebut, misalnya terlepasnya ikatan kompleks antara saponin-protein (4). Secara statistik, pengaruh inhibisi yang nyata terlihat pada perbedaan jumlah sel hidup protozoa dalam medium yang mengandung 10^3 dan 10^4 ppm contoh-contoh saga tersebut (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4. Populasi sel hidup *T.pyriformis* GL dalam medium pertumbuhan yang mengandung saga rebus rendam.

kadar saga rebus-rendam(ppm)	waktu inkubasi (jam)		
	72	79	96
0	37,43 ^c	28,56 ^b	26,32 ^a
10	36,53 ^c	27,04 ^b	29,81 ^a
10^2	32,37 ^{bc}	27,14 ^b	29,11 ^a
10^3	29,02 ^{ab}	21,09 ^{ab}	25,02 ^b
10^4	23,74 ^a	13,52 ^a	17,59 ^b

Keterangan : angka dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada $P < 0,01$

Tabel 5. Populasi sel hidup *T.pyriformis* GL dalam medium pertumbuhan yang mengandung saga kukus.

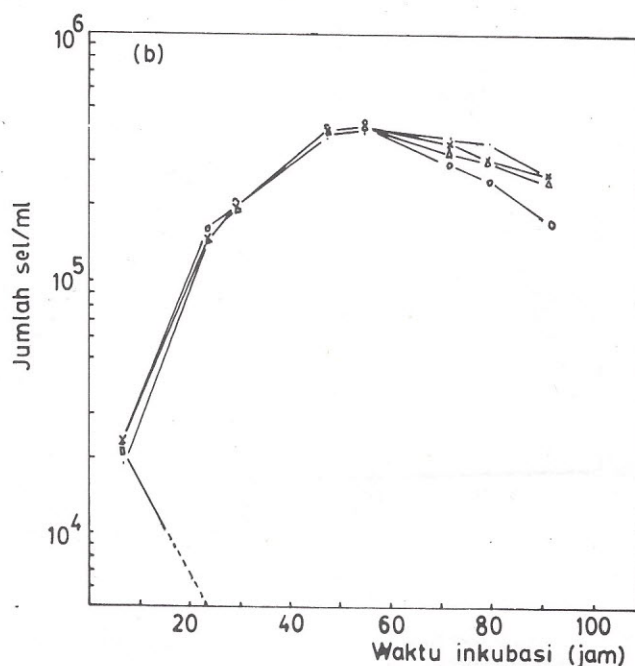
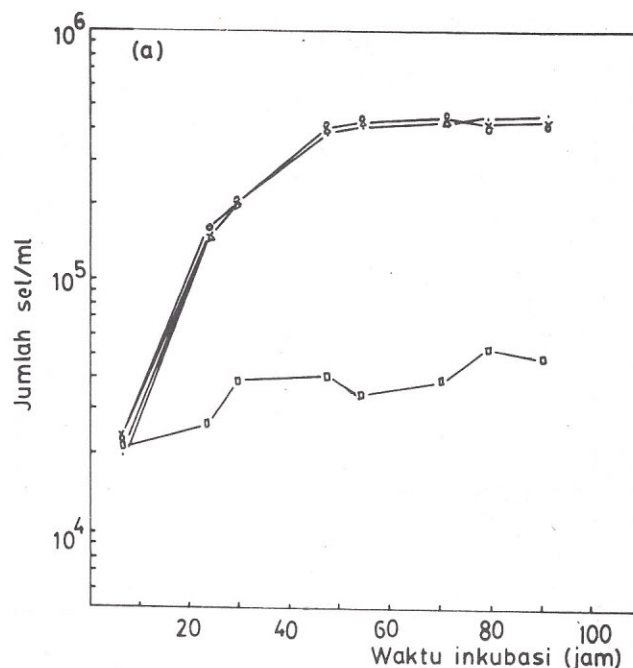
kadar saga kukus (ppm)	waktu inkubasi (jam)		
	72	79	96
0	33,91 ^b	33,00 ^b	31,17 ^b
10	33,33 ^{ab}	32,54 ^{ab}	28,96 ^b
10^2	31,13 ^{ab*}	29,54 ^{ab}	25,61 ^{ab}
10^3	25,99 ^a	26,00 ^a	20,17 ^a
10^4	17,93 ^c	15,48 ^c	12,15 ^c

Keterangan : angka dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada $P < 0,01$

Pengaruh tempe saga terhadap pertumbuhan *T.pyriformis* GL

Pengaruh tempe saga, hasil fermentasi dengan *R.oligosporus*, terhadap pertumbuhan *T.pyriformis* terlihat pada Gambar 4. Dari hasil yang diperoleh didapatkan bahwa adanya tempe saga di dalam medium pertumbuhan protozoa, dalam kadar 10^{-10^3} ppm, tak menunjukkan pengaruh reduksi terhadap jumlah sel total protozoa selama 96 jam inkubasi pada 30°C . Apabila dipandang dari jumlah sel yang hidup, setelah 55 jam inkubasi, jumlah sel hidup berkurang dengan meningkatnya kadar tempe saga dalam medium protozoa. Pada 96 jam inkubasi, 10^{-10^3} ppm tempe saga (*R. oligosporus*) menyebabkan inhibisi pertumbuhan protozoa sebanyak 3,16-33,42% (Tabel 6). Hambatan ini hampir sama dengan hambatan yang ditunjukkan oleh biji saga sebelum diolah. Sedangkan tempe saga dalam kadar 6×10^3 ppm menunjukkan hambatan pertumbuhan proto-

zoa sebanyak 84,19-93,96% pada 72-96 jam inkubasi. Akan tetapi pada kadar 10^4 ppm, tempe saga di dalam medium tampak mempengaruhi jumlah sel protozoa yang hidup, di mana pada 24 jam inkubasi sel-sel protozoa sudah mati ("nonmotile") semua.



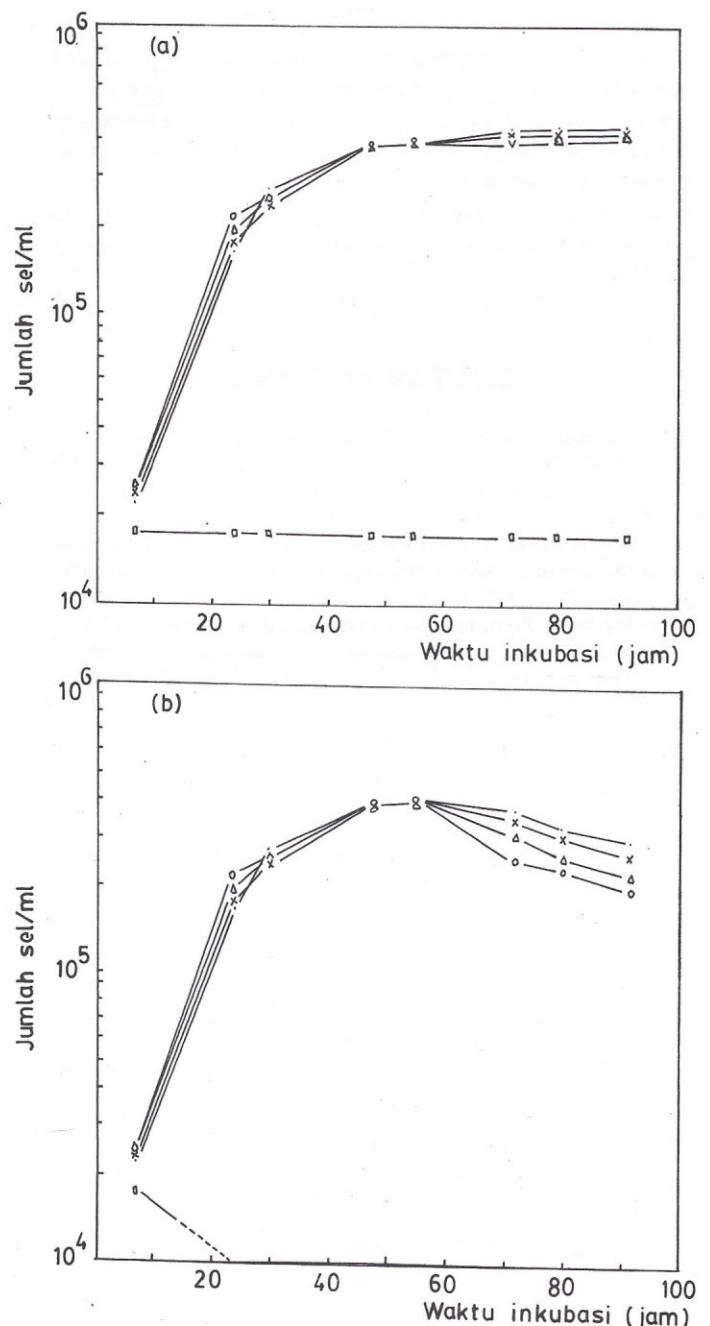
Gambar 4. Kurva pertumbuhan *T.pyriformis* GL pada medium pertumbuhan yang mengandung tempe saga (*R.oligosporus*).
(a) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel total di dalam medium;
(b) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel hidup di dalam medium.
• , tanpa tempe saga; X , dengan tempe saga 10 ppm;
△ , dengan tempe saga 10^2 ppm; ○ , dengan tempe saga 10^3 ppm; □ , dengan saga kukus 10^4 ppm.

Tabel 6. Persentase hambatan pertumbuhan *T.pyriformis* oleh tempe saga

Waktu inkubasi (jam)	kadar tempe saga (ppm)				
	10	10 ²	10 ³	6.10 ³	10 ⁴
tempe saga <i>A. oryzae</i>					
7	-	-	-	84,40	88,20
24	-	-	-	93,93	89,47
30	-	-	-	95,31	93,61
48	-	-	-	88,13	95,53
55	-	-	-	84,19	95,57
72	6,39	18,61	32,92	86,52	100
79	4,76	22,04	25,47	79,56	100
96	8,90	16,51	29,31	46,70	100
tempe saga <i>R. oligosporus</i>					
7	-	-	-	77,27	80,53
24	-	-	-	97,44	81,97
30	-	-	-	98,61	80,81
48	-	-	-	97,69	89,31
55	-	-	-	99,11	91,57
72	3,43	10,68	21,09	84,19	100
79	9,17	13,18	27,82	90,24	100
96	3,16	1,83	33,42	93,96	100

Pengaruh tempe saga hasil fermentasi dengan *A.oryzae* terhadap pola pertumbuhan *T.pyriformis* GL adalah serupa dengan pengaruh tempe saga *R.oligosporus* (Gambar 5). Hambatan pertumbuhan pada sel total protozoa oleh tempe saga juga jelas terlihat untuk kadar tempe 10⁴ ppm dalam medium; sedangkan untuk 10-10³ ppm tempe saga tidak memberi pengaruh yang jelas. Dipandang dari jumlah sel yang hidup, 10-10³ ppm tempe saga (*A.oryzae*) menyebabkan hambatan pertumbuhan protozoa sebanyak 8,90- 29,31% pada 96 jam inkubasi; sedangkan pada kadar 6x10³ ppm tempe saga menyebabkan hambatan pertumbuhan yang lebih besar. Semua sel protozoa mati pada medium yang mengandung 10⁴ ppm tempe saga (Tabel 6).

Dari hasil-hasil yang diperoleh, terlihat bahwa hambatan pertumbuhan protozoa oleh adanya tempe saga di dalam medium (6x10³- 10⁴ ppm) ternyata lebih besar dari pada hambatan pertumbuhan oleh contoh saga lainnya yang diuji (Tabel 1, 2, 3, 6). Apakah hal ini disebabkan karena tempe mempunyai sifat antibakteri hasil metabolisme kapang tempe (12), di samping kemungkinan bertambah atau berkurangnya senyawa anti-nutrisi dalam tempe saga masih perlu diteliti. Hasil penelitian Mulyati (13) mengenai pertumbuhan *T.pyriformis* GL dalam medium yang mengandung ekstrak kacang-kacangan dan hasil fermentasinya, menunjukkan hasil yang serupa. Dilaporkan bahwa populasi total *T.pyriformis* GL dalam medium yang mengandung filtrat tempe kedele, tempe kara benguk atau tempe kara pedang masing-masing lebih kecil dibandingkan dengan populasi total protozoa jika ditumbuhkan dalam medium yang mengandung filtrat kedele, filtrat kara benguk atau filtrat kara pedang. Muchtadi (4) juga melaporkan bahwa kadar saponin dalam tempe saga tidak berbeda dengan kadar saponin dalam biji saga.



Gambar 5. Kurva pertumbuhan *T.pyriformis* GL pada medium pertumbuhan yang mengandung tempe saga (*A.oryzae*).
(a) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel total di dalam medium;
(b) Pertumbuhan dinyatakan dengan perubahan konsentrasi sel hidup di dalam medium.
• , tanpa tempe saga; X , dengan tempe saga 10 ppm; Δ , dengan tempe saga 10² ppm; \circ , dengan tempe saga 10³ ppm; \square , dengan tempe saga 10⁴ ppm.

KESIMPULAN

Biji saga dapat difermentasi menjadi tempe dengan proses yang meliputi tahap perebusan, perendaman, pengulitan, pengukusan, inokulasi dan inkubasi.

Tahap perebusan-perendaman biji saga menunjukkan hambatan pertumbuhan protozoa *T.pyriformis* GL yang lebih kecil dibandingkan dengan hambatan oleh biji saga sebelum diolah.

Sedangkan tahap pengukusan menaikkan hambatan pertumbuhan protozoa, sehingga tidak berbeda nyata dengan pengaruh hambatan oleh biji saga sebelum diolah. Tahap fermentasi biji saga baik dengan *A. oryzae* maupun dengan *R. oligosporus* (tempe saga) pada kadar 10^3 - 10^4 ppm, dalam medium pertumbuhan protozoa, tidak mengurangi hambatan pertumbuhan protozoa bahkan memberi hambatan pertumbuhan sebanyak 30-100%.

DAFTAR PUSTAKA

1. I.E. Liener. *Toxic constituents of plant foodstuffs*. Academic Press, Inc.USA, 1969.
2. K. Heyne, *De Nuttige Planten van Indonesie*, 3^e-ed. N.V.Uitgeverij W.van Hoeve, 's-Gravenhage / Bandung, 1950.
3. Oey Kam Nio et al. An unknown toxic (or antinutritive) substance in the saga bean. *Bulletin Penelitian Kesehatan. Health studies in Indonesia*, IX, no.1:37-45 (1981).
4. D.Muchtadi. Kontribusi pada valorisasi biji saga pohon (*Adenanthera pavonina* LINN) sebagai salah satu sumber protein nabati. Cukilan dari Tesis Dr. 3e cycle di U.S.T.L. Montpellier Perancis. 1983.
5. Ko Swan Djien. Micro-organismen en voedsel. Gefermenteerde levensmiddelen. *Natuur en Techniek*, 42: 13 (1974).
6. C.N. Shih and E.H.Elmer. Aflatoxin can be degraded by the Mycelium of *Aspergillus parasiticus*. *Z. Lebensm. Unters.-Forsch.* 158: 361-362 (1975).
7. D.J. Hill. *The Biochemistry and Physiology of Tetrahymena*. Academic Press, New York, 1972, pp 230.
8. T.D. Wyatt and R.J. Townsend. The bioassay of rubratoxins A and B using *Tetrahymena pyriformis* strain w. *J.Gen.Micr.*,80: 85-92 (1974).
9. J.G. Surak and A.V. Schifanella. The toxicity of tomatine to *Tetrahymena pyriformis*. *Fd. Cosmet. Toxicol.*17: 61-67 (1979).
10. T. Lindajati, L. Sutedja, P. Milono dan C.Gunawan. Studi pembuatan inokulum untuk proses-proses fermentasi tradisional. Proceeding Seminar Biokimia II, Semarang, 1979, pp 64-76.
11. L.Sutedja and Oei Ban Liang. Effect of Saga Bean (*Adenanthera pavonina* LINN) and Saga fractionation products on *Tetrahymena pyriformis* GL. 1985 (unpublished).
12. K. Mahmud, Mien dan E.Afandi. Pengujian aktivitas antibakterial pada tempe terhadap bakteri penyebab diare dalam "Tempe, Bibliografi beranotasi", Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi, Balitbang Kesehatan Departemen Kesehatan RI (1985).
13. Y.Mulyati dan L.Tanuwidjaja. Pengujian pertumbuhan *Tetrahymena pyriformis* GL dalam media yang mengandung ekstrak kacang-kacangan dan hasil fermentasinya. 1985. (unpublish)..